

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
7. September 2001 (07.09.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/64319 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **B01D 53/94, F01N 3/20**
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE01/00738
- (22) Internationales Anmeldedatum: 28. Februar 2001 (28.02.2001)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
100 09 427.9 28. Februar 2000 (28.02.2000) DE
- (71) Anmelder (*für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US*): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).
- (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (*nur für US*): FISCHER, Stefan [DE/DE]; Schlesier Strasse 30, 96215 Lichtenfels (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (*national*): JP, KR, US.
- (84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).
- Veröffentlicht:**
- mit internationalem Recherchenbericht
 - vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

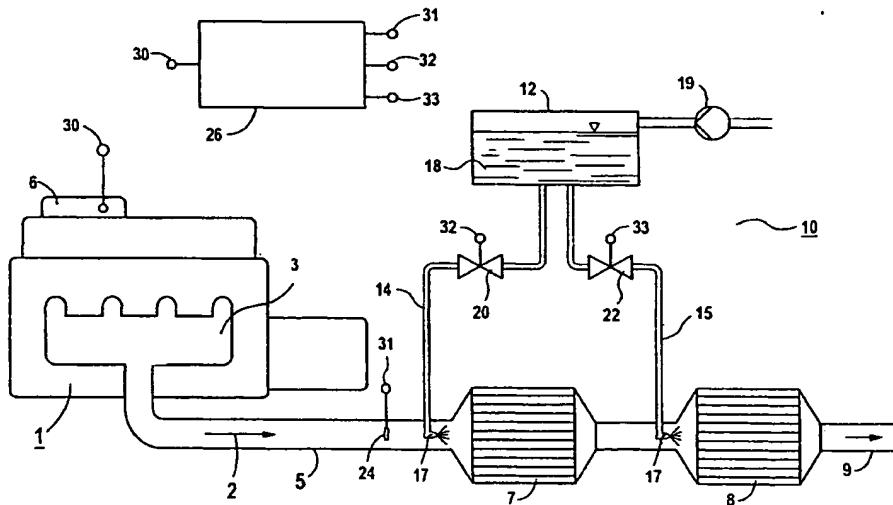
[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND EMISSION CONTROL SYSTEM FOR CATALYTICALLY REDUCING NITROGEN OXIDES IN THE EXHAUST GAS OF A COMBUSTION SYSTEM

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND ABGASREINIGUNGSANLAGE ZUR KATALYTISCHEM REDUKTION VON STICKOXIDEN IM ABGAS EINER VERBRENNUNGSANLAGE



WO 01/64319 A1



(57) Abstract: The invention relates to a method and an emission control system for catalytically reducing nitrogen oxides in the exhaust gas (2) of a combustion system (1), especially a diesel motor. An oxidation catalyst (7) is arranged upstream in relation to the reduction catalyst (8) and in the exhaust gas channel (5). A reaction means for decomposing nitrogen oxides according to the method of the selective catalytic reduction is added according to the temperature and upstream or downstream in relation to the oxidation catalyst (7) and upstream in relation to the reduction catalyst (8). The selectivity of the oxidation catalyst (7) is used for decomposing nitrogen oxides to form molecular nitrogen.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Es werden ein Verfahren und eine Abgasreinigungsanlage zur katalytischen Reduktion von Stickoxiden im Abgas (2) einer Verbrennungsanlage (1), insbesondere eines Dieselmotors, angegeben. Dabei ist im Abgaskanal (5) ein Oxidationskatalysator (7) stromauf eines Reduktionskatalysators (8) angeordnet. Die Zugabe eines Reaktionsmittels für den Abbau von Stickoxiden gemäß dem Verfahren der selektiven katalytischen Reduktion erfolgt temperaturabhängig entweder stromauf des Oxidationskatalysators (7) oder stromab des Oxidationskatalysators (7) und stromauf des Reduktionskatalysators (8). Hierbei wird die Selektivität des Oxidationskatalysators (7) zum Abbau von Stickoxiden in molekularen Stickstoff ausgenutzt.

Beschreibung

Verfahren und Abgasreinigungsanlage zur katalytischen Reduktion von Stickoxiden im Abgas einer Verbrennungsanlage

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur katalytischen Reduktion von Stickoxiden im Abgas einer Verbrennungsanlage, insbesondere eines Dieselmotors, wobei das Abgas zuerst über einen Oxidationskatalysator, der auf seiner dem Abgas zugänglichen Oberfläche Platin (Pt) sowie ggf. Palladium (Pd) und/oder Rhodium (Rh) umfasst, und anschließend über einen Reduktionskatalysator, der auf seiner dem Abgas zugänglichen Oberfläche Titandioxid (TiO_2), Wolframtrioxid (W_3O_8), Vanadumpentoxyd (V_2O_5) sowie gegebenenfalls Molybdäntrioxid (MoO_3) umfasst, strömt und wobei dem Abgas ein Reaktionsmittel zugegeben wird. Ferner betrifft die Erfindung eine Abgasreinigungsanlage zur Durchführung des Verfahrens, mit einem Abgaskanal, mit einem vorgenannten Reduktionskatalysator, einem diesem vorgeschalteten Oxidationskatalysator der genannten Zusammensetzung und einer Einbringvorrichtung zum Einbringen des Reaktionsmittels in das Abgas.

Eine derartige Abgasreinigungsanlage und ein derartiges Verfahren sind aus den Artikeln "Abgasnachbehandlungssystem zur Erfüllung von Euro IV Grenzwerten bei PKW-Dieselmotoren" von Aust, Tost, Wißler, Fischer und Zürbig sowie NOx-Verminderung für Nutzfahrzeugmotoren mit Harnstoff-SCR-Kompaktsystemen (Gesteuerter Diesel-Katalysator, GD-KAT) von Jacob, Emmerling, Döring, Graf, Harris, van den Tillaart und Hupfeld aus VDI-Fortschrittsberichte, Reihe 12, Nr. 348, 1998, bekannt. Dabei wird das Reaktionsmittel dem Abgas - in Strömungsrichtung des Abgases gesehen - nach dem Oxidationskatalysator und vor dem Reduktionskatalysator beigemengt. Der Oxidationskatalysator hat dabei neben der Funktion der oxidativen Beseitigung von im Abgas enthaltenen Rußpartikeln und unverbrannten Kohlenwasserstoffen und Kohlenmonoxid die Funktion, das Verhältnis der im Abgas enthaltenen Stickoxide NO und NO_2 zu-

gunsten von NO₂ zu verschieben. Am Oxidationskatalysator wird also Stickstoffmonoxid NO teilweise zu Stickstoffdioxid NO₂ oxidiert.

- 5 Der nach Durchströmen des Oxidationskatalysators im Abgas erhöhte Stickstoffdioxid-Anteil beschleunigt die katalytische Reaktion am Reduktionskatalysator und führt dadurch zu höheren Entstickungsraten. Bei der katalytischen Reaktion am Reduktionskatalysator handelt es sich um die sogenannte selektive katalytische Reduktion (SCR), gemäß derer im Abgas enthaltene Stickoxide, d. h. sowohl Stickstoffmonoxid als auch Stickstoffdioxid, unter Verbrauch eines Reduktionsmittels auch in Anwesenheit von Sauerstoff zu Stickstoff und Wasser umgesetzt werden. Die Beschleunigung der katalytischen Reaktion an einem SCR-Katalysator durch Erhöhung des relativen NO₂-Anteils ist aus der DE 28 32 002 B2 bekannt. Als Reduktionsmittel für die selektive katalytische Reduktion sind Ammoniak oder Kohlenwasserstoffe bekannt. Zur Einbringung von Ammoniak in das Abgas sind als Reaktionsmittel Ammoniak selbst, 10 Ammoniakwasser oder Ammoniak freisetzende Stoffe wie Harnstoff oder Ammoniumcarbamat in fester oder in flüssiger Form bekannt.
- 15
- 20
- 25
- 30

Das Vorschalten eines Oxidationskatalysators ist vorteilhaft, wenn sich die Temperatur des Abgases zeitweise in einem Bereich unterhalb 250 °C bewegt. Bei einer solchen niedrigen Temperatur wirkt sich nämlich die Erhöhung des Stickstoffdioxid-Anteils durch den Oxidationskatalysator äußerst vorteilhaft auf den katalytischen Umsatz am Reduktionskatalysator aus.

Nachteiligerweise nimmt jedoch die Bildungsrate von Stickstoffdioxid NO₂ aus Stickstoffmonoxid NO am Oxidationskatalysator bei Temperaturen unterhalb 200 °C stark ab, so dass 35 auch bei einer Kombination von Oxidationskatalysator und Reduktionskatalysator bei Temperaturen unterhalb 200 °C nur unzureichende Entstickungsraten erreicht werden.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zur katalytischen Reduktion von Stickoxiden im Abgas einer Verbrennungsanlage anzugeben, mit welchem im Abgas enthaltene Stickoxide gemäß dem Verfahren der selektiven katalytischen Reduktion gegen-
5 über einem vergleichbaren Verfahren des Standes der Technik bei niedrigen Temperaturen effektiver abgebaut werden. Weiter ist es Aufgabe der Erfindung, eine Abgasreinigungsanlage zur katalytischen Reduktion von Stickoxiden im Abgas einer Ver-
brennungsanlage anzugeben, die eine Anwendung des Verfahrens
10 der selektiven katalytischen Reduktion noch bei tieferen Tem-
peraturen erlaubt als eine vergleichbare Einrichtung des
Standes der Technik.

Die erstgenannte Aufgabe wird für das eingangs genannte Ver-
fahren zur katalytischen Reduktion von Stickoxiden im Abgas
15 einer Verbrennungsanlage erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass
eine Abgastemperatur gemessen und mit einer Solltemperatur
verglichen wird, und dass im Falle einer gegenüber der Soll-
temperatur niedrigeren Abgastemperatur das Reaktionsmittel
20 dem Abgas vor Durchströmen des Oxidationskatalysators und im
Falle einer gegenüber der Solltemperatur höheren Abgastempe-
ratur nach Durchströmen des Oxidationskatalysators jedoch vor
Durchströmen des Reduktionskatalysators zugegeben wird.

25 Die Erfindung geht dabei von der Überlegung aus, dass die
Bildungsrate von Stickstoffdioxid NO₂ aus Stickstoffmonoxid
NO an dem dem Reduktionskatalysator vorgesetzten Oxida-
tionskatalysator mit sinkenden Temperaturen ab etwa 250 °C
abnimmt, so dass auch bei einer Kombination aus Oxidationska-
30 talysator und Reduktionskatalysator in diesem unteren Tem-
peraturbereich umso niedrigere Entstickungsraten erreicht wer-
den je tiefer die Temperatur ist.

Weiter geht die Erfindung nun von der Erkenntnis aus, dass
35 ein Oxidationskatalysator auf Basis von Platin sowie gegeben-
enfalls mit Beimengungen an Palladium und/oder Rhodium im
Temperaturbereich von unterhalb etwa 250 °C eine katalytische

- Aktivität für den Abbau von Stickoxiden gemäß dem Verfahren der selektiven katalytischen Reduktion aufweist. Dies ist aus der Publikation von A.T. Krishnan und A.L. Boehman in Applied Catalysis B: Environmental Nr. 18, 1998, Seiten 189 bis 198,
- 5 insbesondere Figur 2, bekannt. Unterhalb von etwa 250 °C steigt die Selektivität des Oxidationskatalysators für den katalytischen Umsatz gemäß dem Verfahren der selektiven katalytischen Reduktion von Stickoxiden in molekularen Stickstoff mit sinkenden Temperaturen an. Es ist aber auch zu
- 10 entnehmen, dass - wie eingangs erwähnt - die Umsatzrate von NO allgemein an dem Oxidationskatalysator in besagtem Temperaturbereich mit sinkenden Temperaturen abfällt.
- Die Erfindung geht nun ferner davon aus, dass die Aktivität des Oxidationskatalysators für den Abbau von Stickoxiden gemäß dem Verfahren der selektiven katalytischen Reduktion am Oxidationskatalysator dann genutzt werden kann, wenn bereits dort ein geeignetes Reduktionsmittel zur Verfügung steht. Hierfür wird ein Reaktionsmittel bereits stromauf des Oxidationskatalysators zugegeben. Dabei wird unter einem Reaktionsmittel sowohl das Reduktionsmittel selbst als auch alle das Reduktionsmittel freisetzenden übrigen Substanzen verstanden.
- 25 Da die Selektivität des Oxidationskatalysators für den Umsatz der Stickoxide zu molekularem Stickstoff bei Temperaturen oberhalb von 250 °C wieder gering ist und zudem in diesem Temperaturbereich der nachgeschaltete Reduktionskatalysator wieder effektiv arbeitet, wird die Abgastemperatur gemessen und mit einem Sollwert verglichen. Liegt der Sollwert unterhalb der Abgastemperatur, so wird die Zugabe des Reaktionsmittels von stromauf des Oxidationskatalysators zu stromab des Oxidationskatalysators und stromauf des Reduktionskatalysators verlagert.
- 30 35 Die Vorgabe einer Solltemperatur erlaubt eine an die spezifische Zusammensetzung des Oxidationskatalysators angepasste

temperaturabhängige Verlagerung der Einbringstelle des Reaktionsmittels von stromauf zu stromab des Oxidationskatalysators. Die temperaturabhängige Selektivität des Oxidationskatalysators für den Umsatz von Stickoxiden in molekularen 5 Stickstoff mittels eines im Abgas enthaltenen Reaktionsmittels weist nämlich eine Abhängigkeit von der Zusammensetzung des Oxidationskatalysators auf.

Mit einer Einbringung des Reaktionsmittels vor oder stromauf 10 des Oxidationskatalysators lässt sich bei einer Abgasreinigungsanlage mit einer Kombination aus Oxidations- und Reduktionskatalysator in einem Temperaturbereich von unterhalb etwa 250 °C die Restaktivität des Oxidationskatalysators zum selektiven Abbau von Stickoxiden in molekularem Stickstoff 15 nutzen und somit gegenüber einer vergleichbaren Abgasreinigungsanlage des Standes der Technik ein effektiverer Abbau der Stickoxide in diesem Temperaturbereich erzielen.

Vorteilhafterweise wird die Solltemperatur ausgewählt aus einem 20 Temperaturbereich zwischen 150 °C und 250 °C. Unterhalb einer aus diesem Temperaturbereich ausgewählten Solltemperatur steigt für die meisten käuflich erwerbbaren Edelmetall-Oxidationskatalysatoren auf Basis von Platin mit moderater Aktivität die Selektivität hinsichtlich des Umsatzes von 25 Stickoxiden zu Stickstoff an. Dies ist beispielsweise bei dem von Engelhard, USA, unter der Bezeichnung NO_xCat920LT erhaltenen Oxidationskatalysator der Fall. Oxidationskatalysatoren enthalten auf ihren dem Abgas zugänglichen Oberfläche 50 - 90 g/cf (cubic feet) Platin, typisch sind 70 g/cf.

In besonders vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist 30 die Solltemperatur ausgewählt aus einem Temperaturbereich zwischen 190 °C und 210 °C. Dies ist insbesondere bei der Verwendung des Verfahrens für einen Dieselmotor von Vorteil. 35 Es hat sich nämlich herausgestellt, dass bei einer Abgastemperatur unterhalb einer aus diesem Bereich ausgewählten Solltemperatur bei den üblicherweise hinter einem Dieselmotor

herrschenden Raumgeschwindigkeiten die Selektivität üblicher Edelmetall-Oxidationskatalysatoren für den Umsatz von Stickoxiden in molekularen Stickstoff steigt.

- 5 Vorteilhafterweise wird die Abgastemperatur im Abgas vor dem Durchströmen des Oxidationskatalysators gemessen.

Bevorzugt wird als Reaktionsmittel eine wässrige Harnstofflösung oder Ammoniakwasser über eine Einspritzdüse in das Abgas eingespritzt. Ein flüssiges Reaktionsmittel erlaubt gegenüber einem festen Reaktionsmittel eine einfachere Dosiertechnik. Gegenüber einem gasförmigen Reaktionsmittel ist ein flüssiges Reaktionsmittel zudem leichter handhabbar.

15 Selbstverständlich kann das Verfahren jedoch auch mit einem festen Reaktionsmittel wie Harnstoff oder anderen Ammoniak freisetzenden Substanzen durchgeführt werden. Auch die Eingabe von gasförmigem Ammoniak oder Ammoniak freigesetzt aus Ammoniumcarbamat ist vorstellbar. Ammoniak hat sich gegenüber anderen Reduktionsmitteln, wie z.B. Kohlenwasserstoffen, als am effektivsten für die Anwendung des Verfahrens der selektiven katalytischen Reduktion erwiesen.

Die zweitgenannte Aufgabe wird für eine Abgasreinigungsanlage der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Einbringvorrichtung zum Einbringen des Reaktionsmittels in das Abgas eine erste Zugabeleitung und eine zweite Zugabeleitung umfasst, wobei die erste Zugabeleitung stromauf des Oxidationskatalysators und die zweite Zugabeleitung 30 stromab des Oxidationskatalysators und stromauf des Reduktionskatalysators in den Abgaskanal mündet, und dass im Abgaskanal ein Temperatursensor angeordnet ist.

Vorteilhafterweise ist der Temperatursensor stromauf des Oxidationskatalysators angeordnet. In diesem Fall wird die Temperatur des Abgases nicht durch katalytische Reaktionen an den Katalysatoren beeinflusst.

- In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung umfasst die Eingabevorrichtung ein Reaktionsmittelreservoir, an welches die erste und die zweite Zugabeleitung direkt angeschlossen sind. In diesem Fall kann der Zufluss des Reak-
- 5 tionsmittels in der ersten und in der zweiten Zugabeleitung separat, d. h. unabhängig voneinander, gesteuert oder geregelt werden. Zur Steuerung oder Regelung des Reaktionsmittelzuflusses kann beispielsweise jeweils ein steuerbares Ventil in der ersten bzw. der zweiten Zugabeleitung angeordnet sein.
- 10 Auch können im Falle der Verwendung eines festen Reaktionsmittels entsprechend ausgestaltete steuer- oder regelbare Dosiereinrichtungen am Ende oder in den Zugabeleitungen angeordnet sein.
- 15 In einer anderen vorteilhaften Ausgestaltung der Abgasreinigungsanlage umfasst die Eingabevorrichtung ein Reaktionsmittelreservoir, an welches eine Zuführleitung angeschlossen ist, die eine Verzweigung in die erste und in die zweite Zugabeleitung aufweist. In diesem Falle lässt sich die Zugabe
- 20 des Reaktionsmittels durch eine einfache 3-Wege-Anordnung in der Verzweigung entweder in die erste oder in die zweite Zugabeleitung leiten. Die Auslösung für die Umleitung des Reaktionsmittels erfolgt wiederum durch den Temperatursensor. Im Falle eines flüssigen oder gasförmigen Reaktionsmittels lässt
- 25 sich die Verzweigung in vorteilhafter Art und Weise als ein Dreiegeventil ausgestalten.

Im Falle eines flüssigen oder gasförmigen Reaktionsmittels ist es von Vorteil, wenn die erste und die zweite Zugabeleitung jeweils über eine Einspritzdüse in den Abgaskanal münden. Bei der Einspritzdüse kann es sich entweder um eine Zweistoffdüse oder um eine Einstoffdüse handeln. Mit Hilfe einer Einspritzdüse kann die Zugabemenge des Reaktionsmittels in fein verteilter Form gezielt in eine Richtung eingegeben werden.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand einer Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigen

FIG 1 schematisch eine Abgasreinigungsanlage mit einer ersten
5 und einer zweiten direkt an ein Reaktionsmittelreservoir angeschlossenen Zugabeleitung, und

FIG 2 schematisch eine Abgasreinigungsanlage mit einer in einer
10 an ein Reduktionsmittelreservoir angeschlossenen Zuführleitung angeordneten Verzweigung in eine erste und in eine zweite Zugabeleitung.

FIG 1 zeigt schematisch eine Abgasreinigungsanlage für eine Verbrennungsanlage 1, welche im gezeigten Fall als Dieselmotor ausgestaltet ist. Das Abgas 2 der Verbrennungsanlage 1 verlässt den Dieselmotor durch einen Auspuffkrümmer 3 und gelangt über einen Abgaskanal 5 in die Umwelt. Der Dieselmotor verfügt über eine Motorsteuerung 6, die über eine Schnittstelle 30 betriebsrelevante Parameter des Dieselmotors, wie Regelstangenweg, Drehzahl, Drehmoment oder Einspritzzeitpunkt 20 zur Verfügung stellt.

Im Abgaskanal 5 ist ein Oxidationskatalysator 7 und stromab von diesem ein Reduktionskatalysator 8 angeordnet. Beide Katalysatoren 7 und 8 sind jeweils als durchströmbarer Wabenkörper mit einer Anzahl von parallelen Strömungskanälen ausgebildet. Der Oxidationskatalysator 7 weist auf seiner dem Abgas 2 zugänglichen Oberfläche 50 - 90 g/cf Platin auf. Der Katalysatorträger selbst ist aus einer thermisch und mechanisch stabilen Keramik, z.B. Cordierit, oder aus Metall. Der Reduktionskatalysator 8 ist als Vollextrudat aus einer Keramikmasse mit 70 bis 95 Gew.-% Titandioxid, 5 bis 20 Gew.-% Wolframtrioxid und/oder Molybdäntrioxid und weniger als 5 Gew.-% Vanadiumpentoxid hergestellt. Selbstverständlich können beide Katalysatoren 7 und 8 auch als Plattenkatalysatoren 35 mit entsprechend katalytischer Beschichtung hergestellt sein.

Nach Verlassen der Verbrennungsanlage 1 durchströmt das Abgas 2 zunächst den Oxidationskatalysator 7, anschließend den Reduktionskatalysator 8 und wird schließlich über den Auspuff 9 an die Umwelt abgegeben. Am Oxidationskatalysator 7 wird da-
5 bei primär Stickstoffmonoxid NO in Stickstoffdioxid NO₂ umgesetzt. Am Reduktionskatalysator 8 erfolgt die Umsetzung der Stickstoffoxide mit nun erhöhtem Anteil an Stickstoffdioxid NO₂ in Gegenwart eines Reaktionsmittels zu molekularem Stickstoff N₂ und Wasser H₂O.

10

Zur Einbringung des Reaktionsmittels in das Abgas 2 ist eine Einbringvorrichtung 10 vorhanden. Die Einbringvorrichtung 10 umfasst ein Reaktionsmittelreservoir 12 sowie eine erste Zugabeleitung 14 und eine zweite Zugabeleitung 15, welche beide
15 direkt an das Reaktionsmittelreservoir 12 angeschlossen sind. Beide Zugabeleitungen 14 und 15 münden in jeweils eine Einspritzdüse 17. Dabei mündet die erste Zugabeleitung 14 stromauf des Oxidationskatalysators 7 und die zweite Zugabeleitung 15 stromauf des Reduktionsmittelkatalysators 8 und stromab
20 des Oxidationskatalysators 7. Als Reaktionsmittel selbst befindet sich in dem Reaktionsmittelreservoir 12 eine wässrige Harnstofflösung 18 bekannter Konzentration.

Über einen Verdichter 19 wird der Reaktionsmittelbehälter 12
25 unter Druck gesetzt, so dass bei Öffnen des ersten Stellventils 20 die wässrige Harnstofflösung 18 über die erste Zugabeleitung 14 stromauf des Oxidationskatalysators 7 in das Abgas 2 und bei Öffnen des zweiten Stellventils 22 über die zweite Zugabeleitung 15 in das Abgas stromauf des Reduktions-
30 katalysators 8 und stromab des Oxidationskatalysators 7 in das Abgas 2 eingebracht wird.

Zusätzlich ist stromauf des Oxidationskatalysators 7 ein Temperatursensor 24 in dem Abgaskanal 5 angeordnet.

35

Die Dosierung der wässrigen Harnstofflösung 18 geschieht mittels einer Dosiersteuerung 26, die über die Schnittstellen

30, 31, 32 und 33 mit den Ausgängen der Motorsteuerung 6, des Temperatursensors 24, des ersten Stellventils 20 bzw. des zweiten Stellventils 22 verbunden ist. Über die Schnittstelle 30 empfängt die Dosiersteuerung 26 die bereits erwähnten betriebsrelevanten Parameter der Verbrennungsanlage 1. Aus diesen betriebsrelevanten Parametern wird mittels eines in der Dosiersteuerung 26 implementierten Kennfeldes eine entsprechend dem zu erwartenden Stickoxid-Ausstoß einzugebende Reaktionsmittel-Menge errechnet und entsprechend dieser Menge die Öffnungszeit des ersten oder des zweiten Stellventils 20 bzw. 22 gesteuert.

Weiter wird in der Dosiersteuerung 26 mittels des Abgassensors 24 die aktuelle Abgastemperatur ermittelt und mit einer implementierten Solltemperatur verglichen. Im vorliegenden Fall ist die implementierte Solltemperatur auf 200 °C eingestellt. Liegt die Abgastemperatur unterhalb der Solltemperatur, so bleibt das Stellventil 22 geschlossen. Die pro Zeiteinheit einzubringende Menge der wässrigen Harnstofflösung 18 wird allein über eine Steuerung des ersten Stellventils 20 stromauf des Oxidationskatalysators 7 in das Abgas 2 eingebracht. Liegt die Abgastemperatur oberhalb der Solltemperatur, so bleibt das erste Stellventil 20 geschlossen und die pro Zeiteinheit einzubringende Menge der wässrigen Harnstofflösung 18 wird über das zweite Stellventil 22 stromab des Oxidationskatalysators 7 und stromauf des Reduktionskatalysators 8 in das Abgas 2 eingebracht. Bei einem Wechsel der Abgastemperatur von oberhalb der Solltemperatur zu unterhalb der Solltemperatur oder umgekehrt kann auch eine allmähliche, weiche Zurücknahme der Eingabemenge des Reaktionsmittels in der zweiten und eine allmähliche, weiche Erhöhung der Eingabemenge des Reaktionsmittels in der ersten Zugabeleitung 14 bzw. umgekehrt erfolgen. Mit anderen Worten gibt es einen Temperaturbereich, innerhalb dessen das Reaktionsmittel sowohl durch die erste 14 als auch durch die zweite Zugabeleitung 15 strömt. Es findet eine allmähliche Verlagerung des Eingabeortes des Reaktionsmittels statt.

In FIG 2 ist eine Abgasreinigungsanlage ähnlich der Abgasreinigungsanlage in FIG 1 dargestellt. Im Gegensatz dazu ist jedoch bei der in FIG 2 dargestellten Abgasreinigungsanlage an das Reaktionsmittelreservoir 12 eine einzige Zuführleitung 24 angeschlossen, welche eine Verzweigung 35 in die erste und in die zweite Zugabeleitung 14 bzw. 15 aufweist. Die Verzweigung 35 selbst ist als ein Dreiegeventil 36 ausgestaltet, welches den Zufluss der wässrigen Harnstofflösung 18 entweder in die erste Zugabeleitung 14 oder in die zweite Zugabeleitung 15 erlaubt. Die Steuerung des Dreiegevents 35 erfolgt über eine Schnittstelle 37 mittels der Dosiersteuerung 26. Bei einer Abgastemperatur unterhalb der Solltemperatur fließt die wässrige Harnstofflösung 18 über die erste Zugabeleitung 14, während bei einer Abgastemperatur oberhalb der Solltemperatur die wässrige Harnstofflösung 18 über die zweite Zugabeleitung 15 fließt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur katalytischen Reduktion von Stickoxiden im Abgas einer Verbrennungsanlage (1), wobei das Abgas (2) zuerst über einen Oxidationskatalysator (7), der auf seiner dem Abgas (2) zugänglichen Oberfläche Pt sowie gegebenenfalls Pd und/oder Rh umfasst, und anschließend über einen Reduktionskatalysator (8), der auf seiner dem Abgas (2) zugänglichen Oberfläche TiO₂, WO₃, V₂O₅ sowie gegebenenfalls MoO₃ umfasst, strömt, und wobei dem Abgas (2) ein Reaktionsmittel zugegeben wird,
dadurch gekennzeichnet, dass eine Abgastemperatur gemessen und mit einer Solltemperatur verglichen wird, und dass im Falle einer gegenüber der Solltemperatur niedrigeren Abgastemperatur das Reaktionsmittel dem Abgas (2) im Wesentlichen vor Durchströmen des Oxidationskatalysators (7) und im Falle einer gegenüber der Solltemperatur höheren Abgastemperatur im Wesentlichen nach Durchströmen des Oxidationskatalysators (7) jedoch vor Durchströmen des Reduktionskatalysators (8) zugegeben wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass die Solltemperatur ausgewählt ist aus einem Temperaturbereich zwischen 150 °C und 250 °C.
3. Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass die Solltemperatur ausgewählt ist aus einem Temperaturbereich zwischen 190 °C und 210 °C.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, dass die Abgastemperatur im Abgas (2) vor dem Durchströmen des Oxidationskatalysators (7) gemessen wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass als Reak-
tionsmittel eine wässrige Harnstofflösung (18) oder Ammoniak-
wasser über eine Einspritzdüse (17) in das Abgas (2) einge-
5 spritzt wird.

6. Abgasreinigungsanlage zur Durchführung des Verfahrens nach
einem der Ansprüche 1 bis 5, mit einem Abgaskanal (5), mit
einem Reduktionskatalysator (8), mit einem stromauf des Re-
10 duktionsskatalysators (8) angeordneten Oxidationskatalysator
(7), und mit einer Einbringvorrichtung (10) zum Einbringen
eines Reaktionsmittels in das Abgas (2), wobei der Oxidati-
onskatalysator (7) auf seiner dem Abgas (2) zugänglichen
Oberfläche Pt sowie gegebenenfalls Pd und/oder Rh und der Re-
15 duktionsskatalysator (8) auf seiner dem Abgas (2) zugänglichen
Oberfläche TiO_2 , WO_3 , V_2O_5 sowie gegebenenfalls MoO_3 umfasst,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die Ein-
bringvorrichtung (10) zum Einbringen des Reaktionsmittels in
das Abgas (2) eine erste Zugabeleitung (14) und eine zweite
20 Zugabeleitung (15) umfasst, wobei die erste Zugabeleitung
(14) stromauf des Oxidationskatalysators (7) und die zweite
Zugabeleitung (15) stromab des Oxidationskatalysators (7) und
stromauf des Reduktionskatalysators (8) in den Abgaskanal (5)
mündet, und dass im Abgaskanal (5) ein Temperatursensor (14)
25 angeordnet ist.

7. Abgasreinigungsanlage nach Anspruch 6,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass der Tempe-
ratursensor (14) stromauf des Oxidationskatalysators (7) an-
30 geordnet ist.

8. Abgasreinigungsanlage nach Anspruch 6 oder 7,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die Ein-
gabevorrichtung (10) ein Reaktionsmittelreservoir (12) um-
35 fasst, an welches die erste und die zweite Zugabeleitung (14,
15) direkt angeschlossen sind.

14

9. Abgasreinigungsanlage nach Anspruch 6 oder 7,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die Eingabevorrichtung (10) ein Reaktionsmittelreservoir (12) umfasst, an welches eine Zuführleitung (34) angeschlossen ist, und
5 dass die Zuführleitung (34) eine Verzweigung (35) in die erste Zugabeleitung (14) und in die zweite Zugabeleitung (15) aufweist.
10. Abgasreinigungsanlage nach Anspruch 9,
10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die Verzweigung (35) als ein Dreiegeventil (36) ausgestaltet ist.
11. Abgasreinigungsanlage nach einem der Ansprüche 6 bis 10,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die erste
15 und die zweite Zugabeleitung (14, 15) jeweils über eine Einspritzdüse (17) in den Abgaskanal (5) münden.

1/2

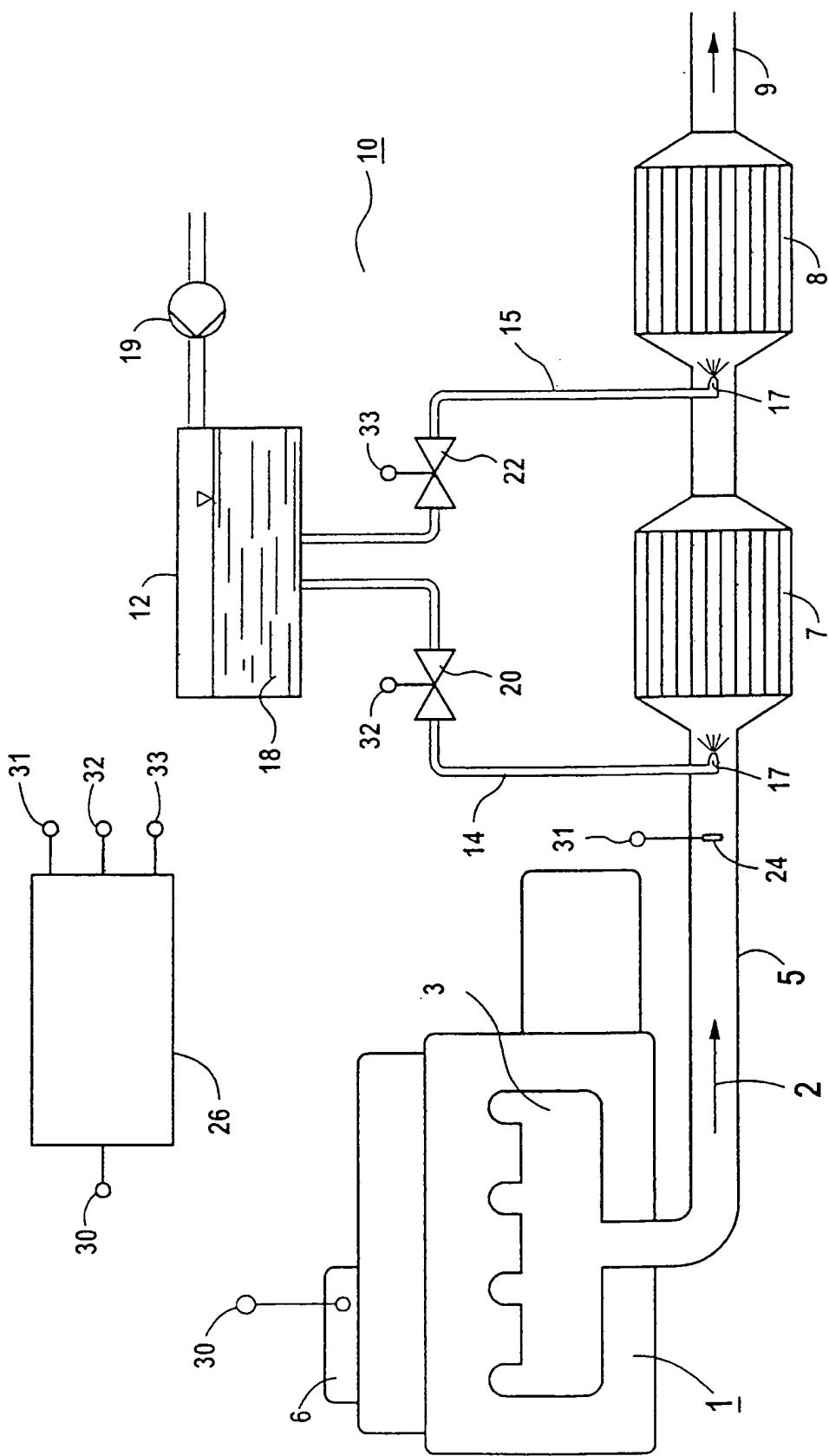


FIG 1

2/2

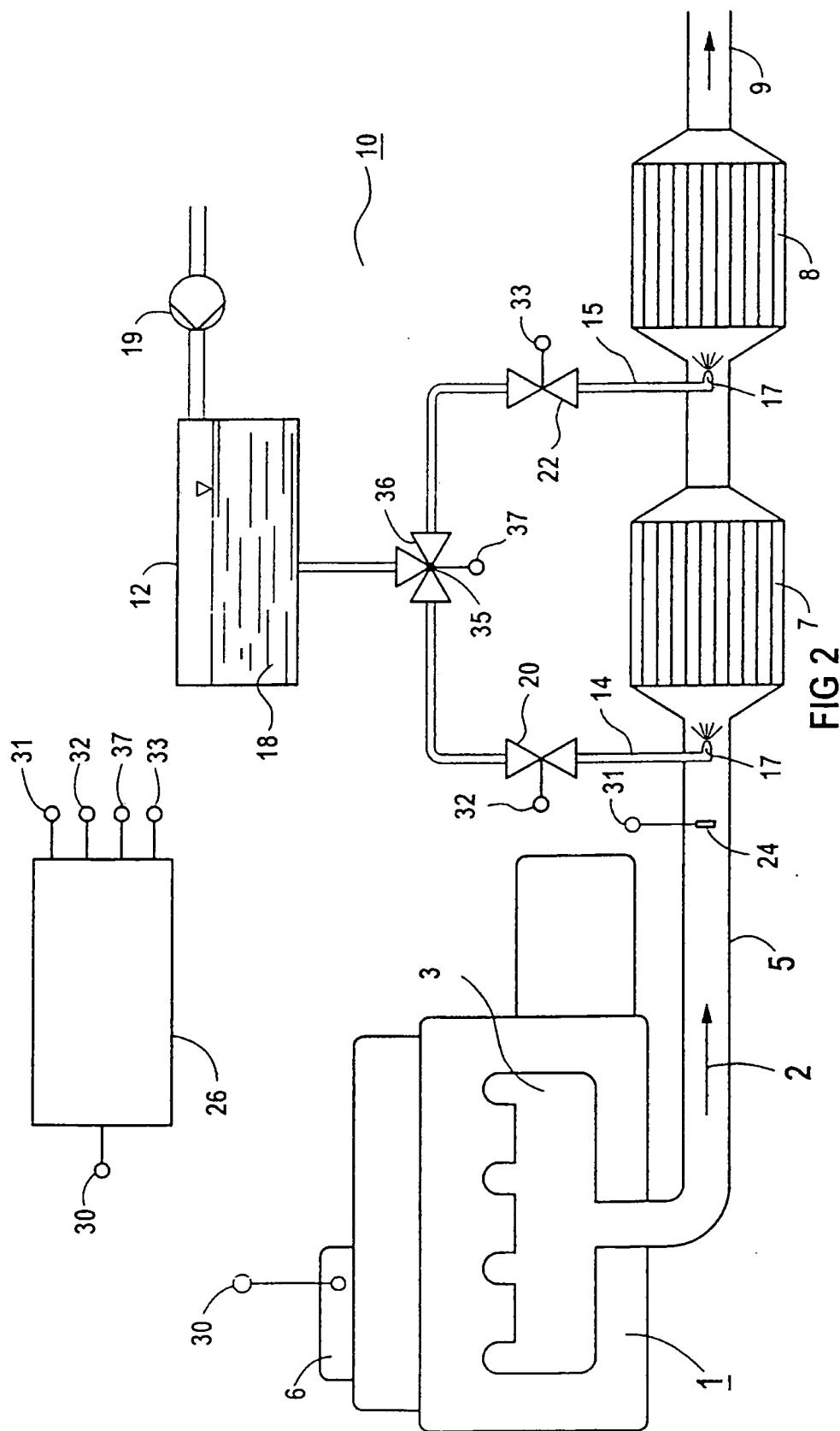


FIG 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 01/00738

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B01D53/94 F01N3/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 B01D F01N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, X A	<p>WO 00 29728 A (ENGELHARD CORPORATION) 25 May 2000 (2000-05-25) page 23, line 24 -page 25, line 24; figure 3</p> <p>---</p> <p>US 5 367 875 A (FRANCOIS W. ABOUJAOUDE ET AL.) 29 November 1994 (1994-11-29) claims; figure 1</p> <p>-----</p>	6-10 1-10

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

2 July 2001

Date of mailing of the international search report

10/07/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Bogaerts, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 01/00738

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
WO 0029728	A 25-05-2000	US 6125629 A	US 6125629 A	03-10-2000
		AU 2146200 A		05-06-2000
US 5367875	A 29-11-1994	NONE		

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/UE 01/00738

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 B01D53/94 F01N3/20

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B01D F01N

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
P, X	WO 00 29728 A (ENGELHARD CORPORATION) 25. Mai 2000 (2000-05-25) Seite 23, Zeile 24 -Seite 25, Zeile 24; Abbildung 3 ---	6-10
A	US 5 367 875 A (FRANCOIS W. ABOUJAOUDE ET AL.) 29. November 1994 (1994-11-29) Ansprüche; Abbildung 1 ---	1-10

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- *&* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
2. Juli 2001	10/07/2001
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Bogaerts, M

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internat. Klasse des Altenzeichen

PCT/DE 01/00738

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 0029728 A	25-05-2000	US 6125629 A AU 2146200 A	03-10-2000 05-06-2000
US 5367875 A	29-11-1994	KEINE	